

обеспечивающего снабжение микроорганизмов кислородом, поддержание ила во взвешенном состоянии и постоянное перемешивание сточной воды с илом.

Таким образом, процесс очистки сточных вод является достаточно энергоемким, основной затратной статьей при этом служат расходы на электроэнергию для работы воздуходувок с целью обеспечения интенсивной аэрации в аэротенках.

Микроорганизмы в процессе жизнедеятельности потребляют только растворенный в воде кислород воздуха. При интенсивной аэрации лишь небольшая часть кислорода растворяется в очищаемой воде. В связи с этим коэффициент использования электроэнергии на условную единицу сточной воды составляет около 10–20 %. Одним из путей сокращения энергозатрат на стадии аэрации является повышение растворимости кислорода воздуха в сточной воде за счет использования керамических аэраторов «Бакор», обеспечивающих мелкопузырчатую аэрацию при меньшем расходе воздуха, за счет чего возможно уменьшение мощности воздуходувок.

На основании данных производителя и экспериментальных данных, полученных в процессе эксплуатации при использовании системы аэрации типа «Бакор», к их преимуществам можно отнести следующее:

- степень насыщения кислородом воздуха сточной воды повышается в два раза в сравнении с использованием, например, полимерных мембран;
- экономия электроэнергии достигает 50–75 %;
- возможность управления процессом аэрации;
- снижение капитальных затрат (например, за счет уменьшения размеров аэротенков);
- простота и относительная дешевизна монтажа, надежность эксплуатации;
- долговечность и экологическая безопасность.

УДК 620.14

Вараксин А. В., Скворцов И. А., Габитов Р. Н., Колибаба О. Б.
Ивановский государственный энергетический университет
tevp@tvp.ispu.ru

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ БЫТОВЫХ ОТХОДОВ

Аннотация. В работе на основе экспериментальных данных получены зависимости эффективного коэффициента теплопроводности, температуропроводности слоя бытовых отходов в зависимости от влажности материала. Полученные решения используются в тепловых расчетах реакторов для термической переработки многокомпонентных органических отходов

При рассмотрении всего комплекса проблем, связанных со сбором, транспортом, обезвреживанием и утилизацией ТБО, в первую очередь ставится вопрос

о составе и свойствах этого материала. Если для решения вопроса сбора и транспорта ТБО достаточно информации об их влажности и плотности, то при выборе метода и технологии обезвреживания и последующей утилизации необходимо получить полную информацию о морфологическом и элементном составе и свойствах ТБО, в том числе теплофизических.

В настоящее время существует большое количество различных методов и методик для определения эффективных теплофизических характеристик пористых тел [1, 2]. Что касается твердых бытовых отходов, то в литературе имеются лишь разрозненные данные, полученные на основе экспериментальных исследований теплофизических свойств некоторых отдельно взятых компонентов ТБО.

Целью настоящего исследования является экспериментальное изучение теплофизических характеристик слоя ТБО.

Процесс тепломассопереноса в общем случае характеризуется непостоянством физических параметров: температуры и влагосодержания. С целью выявления зависимостей коэффициентов переноса от температуры и влагосодержания материала поставлен и проведен ряд опытов. При этом нами использовался зональный метод, который обеспечивает точность определения значений теплофизических коэффициентов, приемлемую в технических расчетах.

На рис. 1 представлена схема экспериментальной установки. Методика эксперимента заключалась в следующем. Исследуемый материал помещался в тонкостенные медные цилиндры диаметром 16 мм и длиной 110 мм.

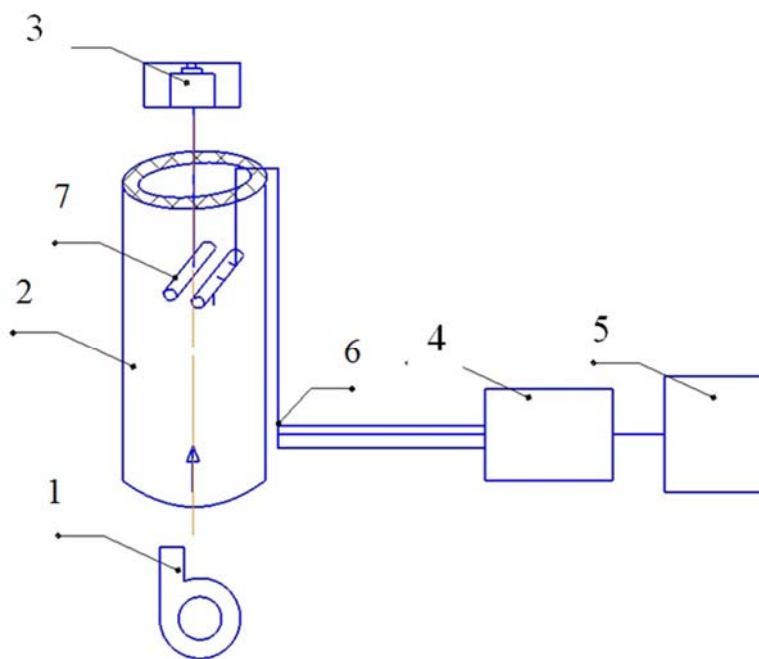


Рис. 1. Схема экспериментальной установки

1 – воздухоподогреватель; 2 – труба с изоляцией; 3 – весы электронные; 4 – модуль МВА-8; 5 – ПК; 6 – термопары ТХА(к); 7 – исследуемые образцы

Один образец подвешивался к весовому устройству (3), другой – служил для фиксирования изменения температуры материала с помощью термопар (6), соединенных с преобразователем МВА8 (4). Затем образцы помещались в изолированную трубу (2), продуваемую горячим теплоносителем со скоростью

(8 м/с), исключаяющей внешнедиффузионное сопротивление переносу пара с открытых концов образцов в окружающую среду. Во времени фиксировались температура материала по длине образца и убыль массы. Таким образом, были получены кривые кинетики сушки и температурные кривые, из которых были рассчитаны кинетические коэффициенты. Следует отметить, что данные кривые следует снимать при различных температурах теплоносителя.

Для определения эффективного коэффициента теплопроводности зональный метод [3] нами был дополнен снятием температурной кривой. Каждая температурная кривая разбивалась на m зон, соответствующих зонам кривой кинетики. Для каждой из зон определяли t_{hi} и t_{ki} и составляли тепловой баланс:

$$q_i = \frac{m_i \cdot c_c \cdot \Delta t_i + m_g \cdot c_g \cdot \Delta t_i + m_c \cdot \Delta U_i \cdot r^*}{\Delta \tau_i} \quad (1)$$

Затем, считая, что количество теплоты, необходимое для нагрева массы материала и содержащейся в ней влаги, а также на испарение части влаги, подводится путем теплопроводности через боковую поверхность образца, по формуле (4) определяли эффективный коэффициент теплопроводности влажного материала в процессе сушки.

$$\lambda_i = \frac{q_i \cdot \delta}{F \cdot \Delta T_i} \quad (2)$$

В уравнениях (1 - 2) обозначено: m_c - масса абсолютно сухого вещества в образце, кг; c_c - теплоемкость абсолютно сухого вещества, Дж/(кг·К); $\Delta t_i = t_{ki} - t_{hi}$ - изменение температуры материала за время $\Delta \tau_i$, °С; m_g - масса влаги в образце к моменту времени τ_i , кг; c_g - теплоемкость воды, Дж/(кг·К); δ - радиус образца, м; F - боковая поверхность образца, м²; $\Delta T_i = t_z - t_{m_i}$ - разность температур между греющей средой и средней температурой материала в i -тый промежуток времени, °С.

Эффективный коэффициент температуропроводности определяли по известной формуле:

$$a_i = \frac{\lambda_i}{c_i \cdot \rho_i} \quad (3)$$

Удельная теплоемкость влажного тела, линейно зависящая от влагосодержания, рассчитывалась по правилу аддитивности:

$$c_i = c_0(1 - \bar{U}_i) + c_g \cdot \bar{U}_i \quad (4)$$

Плотность высушиваемого материала определялась по выражению:

$$\rho_i = \rho_0(1 - U_i) + \rho_g \cdot U_i \quad (5)$$

Результаты экспериментов представлены в виде графика на рис. 2.

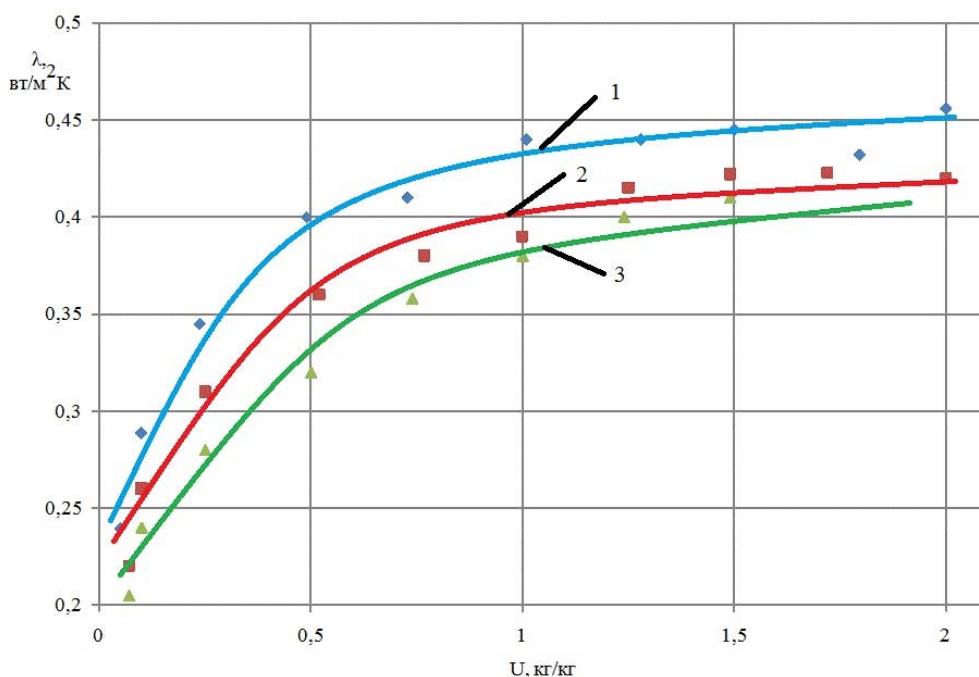


Рис. 2. Зависимость коэффициента теплопроводности от влагосодержания в процессе сушки при различных температурах теплоносителя (1 – 192 °С; 2 – 157 °С; 3 – 132 °С).

Выполнено экспериментальное исследование процесса конвективной сушки органосодержащего сырья, моделирующего слой твердых бытовых отходов, в результате которого получены зависимости для расчета коэффициента теплопроводности и температуропроводности от влажности материала.

Список использованных источников

1. Лыков М. В. Сушка в химической промышленности. М. : Химия, 1970. 430 с.
2. Горинов О. И. О влиянии влажности твердых бытовых отходов, содержащих древесину, на температурный режим термической переработки / О. И. Горинов, О. Б. Колибаба, О. В. Самышина, В. А. Горбунов // Известия ВУЗов. Лесной журнал. 2012. № 3. С. 35-36.
3. Сокольский А. И. Термическая обработка дисперсных материалов в аппаратах с вихревыми двухфазными потоками : дисс. д-ра техн. наук. / ИГАСУ. Иваново. 2005. 320 с.

УДК 624.9

Воскрецова Е. А.
Уральский федеральный университет
katyshka-94@inbox.ru

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕРМИЧЕСКОГО РАЗЛОЖЕНИЯ ПРИРОДНЫХ И СИНТЕТИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ МАГНИЯ

Аннотация. Рассмотрены процессы термического разложения природных (магнезит, брусит) и синтетических (гидромагнезит, гидрооксид) соединений магния. Установлены теплофизические характеристики процесса кальцинации, влияние скорости нагрева и температуры на фазовый состав и количество тепла,